

Enerji İletim Hatlarında Farklı Buzlanma Tiplerinin (Freezing Rain ve Rime Ice) DeneySEL Analizi

Necati Ocak-Sinan Seheriyeli-Osman Urhan-Sadullah İmancı

0157

Özet

Enerji iletim hatları, özellikle sert iklim koşullarında buzlanma nedeniyle önemli mekanik ve elektriksel risklerle karşılaşmaktadır. Bu çalışma, Yağmur Kaynaklı Buzlanma (Freezing Rain) ve Kırağı Kaynaklı Buzlanma (Rime Ice) tiplerinin iletim hatları üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemektedir. ACSR 1272 MCM, OPGW 95-96 ve GSW 70-96 iletkenleri üzerinde, -15 °C ve -10 °C sıcaklık koşullarında 24 saat süren testler gerçekleştirilmiş; buzlanma davranışları kütle artışı ve kalınlık ölçümleriyle değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Freezing Rain koşullarında buz yükünün hızla arttığını ve geniş kesitli iletkenlerde 66 mm'ye kadar buz tabakası oluştuğunu göstermiştir. Rime Ice koşullarında ise buzlanma daha homojen ve düşük yoğunluktadır. Bulgular, TEİAŞ buz yükü haritalarının güncellenmesine deneysel katkı sağlamaktadır.

Yöntem

DeneySEL sistem:

- 2 m × 2 m × 2,5 m boyutlarında, -20 °C'ye kadar soğutulabilen özel iklimlendirme kabini kullanılmıştır.
- Sıcaklık ve nem değerleri deney süresince otomatik olarak kaydedilmiştir.
- Numuneler 1500 mm uzunluğunda hazırlanmış, test öncesi ve sonrası kütleleri hassas terazilerle ölçülmüştür.

Test prosedürü:

Freezing Rain: -15 °C ortamda ince soğuk su püskürtülerek buz tabakası oluşturulmuştur.

Rime Ice: -10 °C'de ultrasonik soğuk buhar kullanılarak kırağı tabakası simüle edilmiştir.

Her test 24 saat sürmüştür; buz kalınlıkları kumpasla, kütle artışları terazilerle belirlenmiştir.

Veri analizi:

- Ortalama buz kalınlığı, kütle artışı ve yüzey kaplama oranı hesaplanmıştır.
- Bulgular, literatürdeki teorik modeller (Makkonen, 2018; Wang, 2012) ile karşılaştırılmıştır.

Sonuç

- 1-Freezing Rain, enerji iletim hatlarında en yüksek mekanik yükü oluşturan buzlanma tipidir.
- 2-Rime Ice, hafif ancak geniş yüzeyli homojen tabakalar oluşturur; iletkenlerde aerodinamik salınım riskini artırabilir.
- 3-Büyük kesitli iletkenlerin yüzey alanı arttıkça buz tutma oranı da yükselmiştir.
- 4-Deneysel bulgular, Türkiye'de güncellenmekte olan TEİAŞ buz yükü haritalarıyla uyumludur.
- 5-Elde edilen veriler, enerji iletim hatlarının tasarımında ulusal kriterlerin güçlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Bulgular

Tablo 1: Kırağı Kaynaklı Buzlanma (Rime Ice) test sonuçları – gözlenen buz kalınlık aralıkları

Numune	Başlangıç Kütle (g)	Son Kütle (g)	Kütle Artışı (g)	Ortalama Buz Kalınlığı (mm)	Gözlemler
1272 MCM	3698	4350	652	~10	İnce taneli kırağı, homojen dağılmış, düşük yoğunluk
OPGW 95	806	920	114	5-8	İnce ve hafif kırağı, düzenli tabaka
OPGW 96	826	950	124	7-10	Hafif kırağı, simetrik dağılım
GSW 70	874	1080	206	10-15	Alt yüzeylerde kristal birikimi belirgin
GSW 96	1130	1350	220	12-20	Daha kalın kırağı, teller arası boşluklarda kristal yoğunlaşması

Şekil 1: Kırağı Kaynaklı Buzlanma (Rime Ice) Testi sırasında buz tabakası oluşumu



Tablo 2: Yağmur Kaynaklı Buzlanma (Freezing Rain) test sonuçları – kütle artışı ve ortalama buz kalınlıkları

Numune	Başlangıç Kütle (g)	Son Kütle (g)	Kütle Artışı (g)	Ortalama Buz Kalınlığı (mm)	Gözlemler
1272 MCM	3698	8750	5052	66	En yoğun buzlanma, düzensiz ve kalın tabaka, alt kısımlarda sarkıt oluşumu
OPGW 95	806	1720	914	24,8	Orta düzey buzlanma, daha simetrik tabaka
OPGW 96	826	1780	954	28,9	Orta düzey buzlanma, düzenli dağılım
GSW 70	874	1760	886	29,4	Orta düzey buzlanma, homojen yapı
GSW 96	1130	2200	1070	32,5	Yoğun buzlanma, yüzey pürüzlülüğünden dolayı daha fazla buz tutumu

Şekil 2: Yağmur Kaynaklı Buzlanma (Freezing Rain) Testi sonrası numune yüzeyindeki kırağı tabakası



Tartışma

- Bulgular, Makkonen (2018) ve IEC 60826 standartlarındaki teorik kabullerle uyum göstermektedir.
- Freezing Rain testleri, sahada yaşanan Adapazarı 2016 buz fırtınası olayındaki ağır yük davranışlarını doğrular niteliktedir.
- Kırağı (Rime Ice) yükleri, düşük yoğunluk nedeniyle mekanik dayanımı azmaz; ancak galop ve titreşim risklerini artırabilir.
- Bu çalışma, laboratuvar ortamında farklı buzlanma tiplerinin karşılaştırmalı olarak test edildiği Türkiye'deki ilk sistematik deney olup, TEİAŞ'ın saha verileriyle entegre edilmesi planlanmaktadır